



Institut für Methodik der Fernerkundung

Harald Krawczyk

Möglichkeiten der Fernerkundung für Binnengewässer-Monitoring



Fernerkundung heißt berührungsfreie Messung



Satelliten (MODIS NASA)



Flugzeug (Quelle: BfG DeMarine)



Drohne (<http://hauptstadtbienen.de/>)

Drohne (<https://volledrohnung.wordpress.com/2013/10/23/mit-welchen-drohnenn-fliegt-ihr-eigentlich/>)



Die neue Sentinelgeneration – Sentinel 2



Die neue Sentinelgeneration

Sentinel-2

Band	Wellenlänge	räuml. Auflösung
B2	490nm	10m
B3	560nm	10m
B4	665nm	10m
B8	842nm	10m
B5	705nm	20m
B6	740nm	20m
B7	783nm	20m
B8b	865nm	20m
B11	1610nm	20m
B12	2190nm	20m
B1	443nm	60m
B9	940nm	60m
B10	1375nm	60m

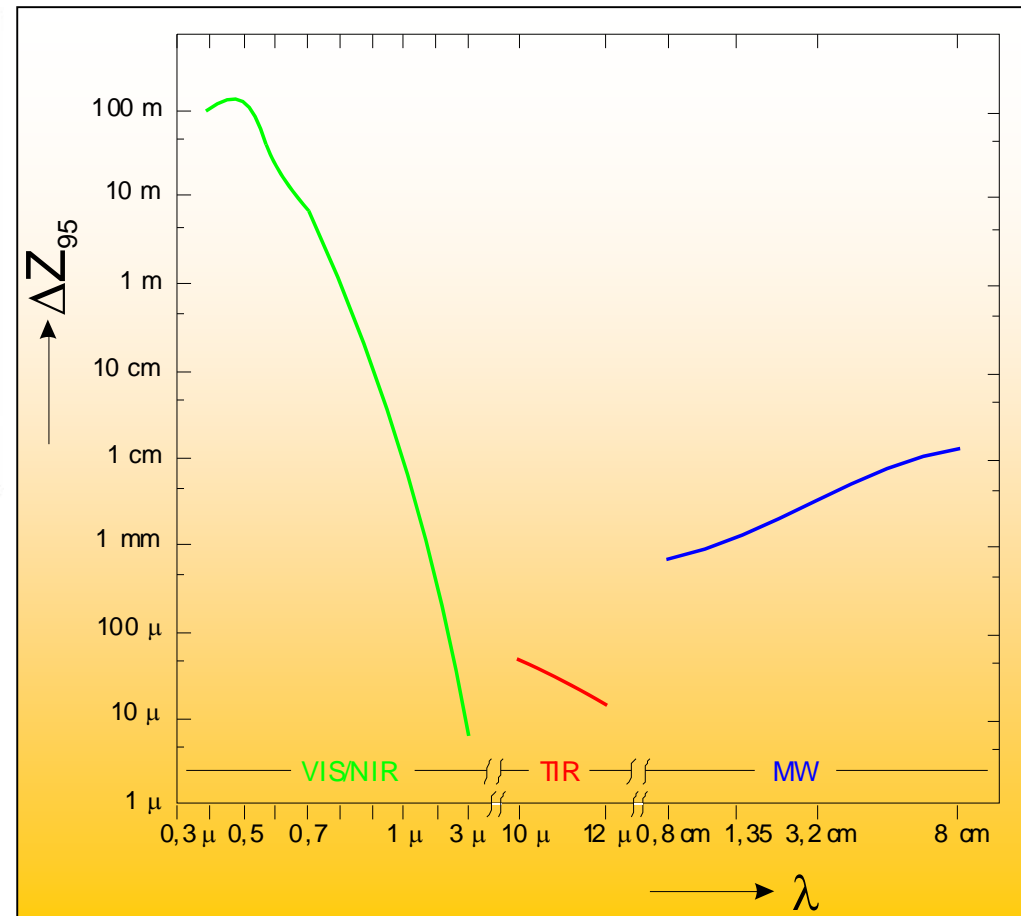
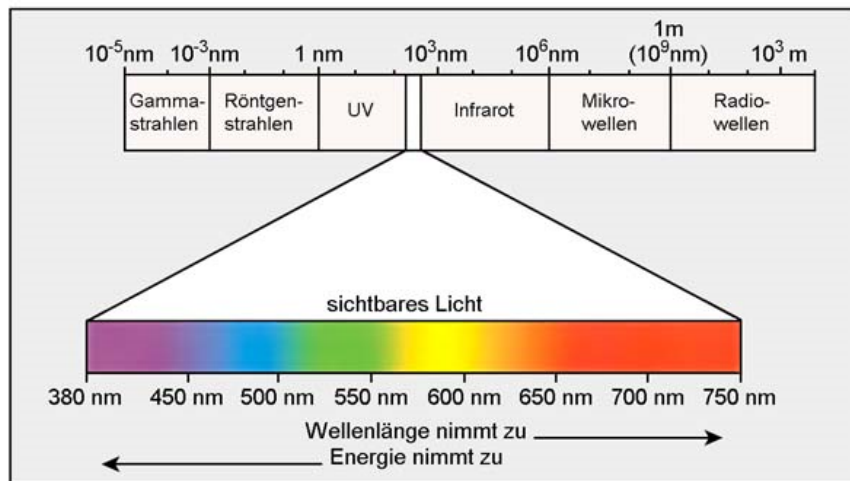


Sentinel-3 FR 300m

Band	λ centre (nm)	Function
Oa1	400	Aerosol correction, improved water constituent retrieval
Oa2	412.5	Yellow substance and detrital pigments (turbidity)
Oa3	442.5	Chl absorption max., biogeochemistry, vegetation
Oa4	490	High Chl, other pigments
Oa5	510	Chl, sediment, turbidity, red tide
Oa6	560	Chlorophyll reference (Chl minimum)
Oa7	620	Sediment loading
Oa8	665	Chl (2nd Chl abs. max.), sediment, yellow substance/vegetation
Oa9	673.75	fluorescence retrieval and to better account for smile together with the bands 665 and 680 nm
Oa10	681.25	Chl fluorescence peak, red edge
Oa11	708.75	Chl fluorescence baseline, red edge transition
Oa12	753.75	O2 absorption/clouds, vegetation
Oa13	761.25	O2 absorption band/aerosol corr.
Oa14	764.375	Atmospheric correction
Oa15	767.5	O2A used for cloud top pressure, fluorescence over land
Oa16	778.75	Atmos. corr./aerosol corr.
Oa17	865	Atmos. corr./aerosol corr., clouds, pixel co-registration
Oa18	885	Water vapour absorption reference band. Common reference band with SLSTR instrument. Vegetation monitoring
Oa19	900	Water vapour absorption/vegetation monitoring (max. reflectance)

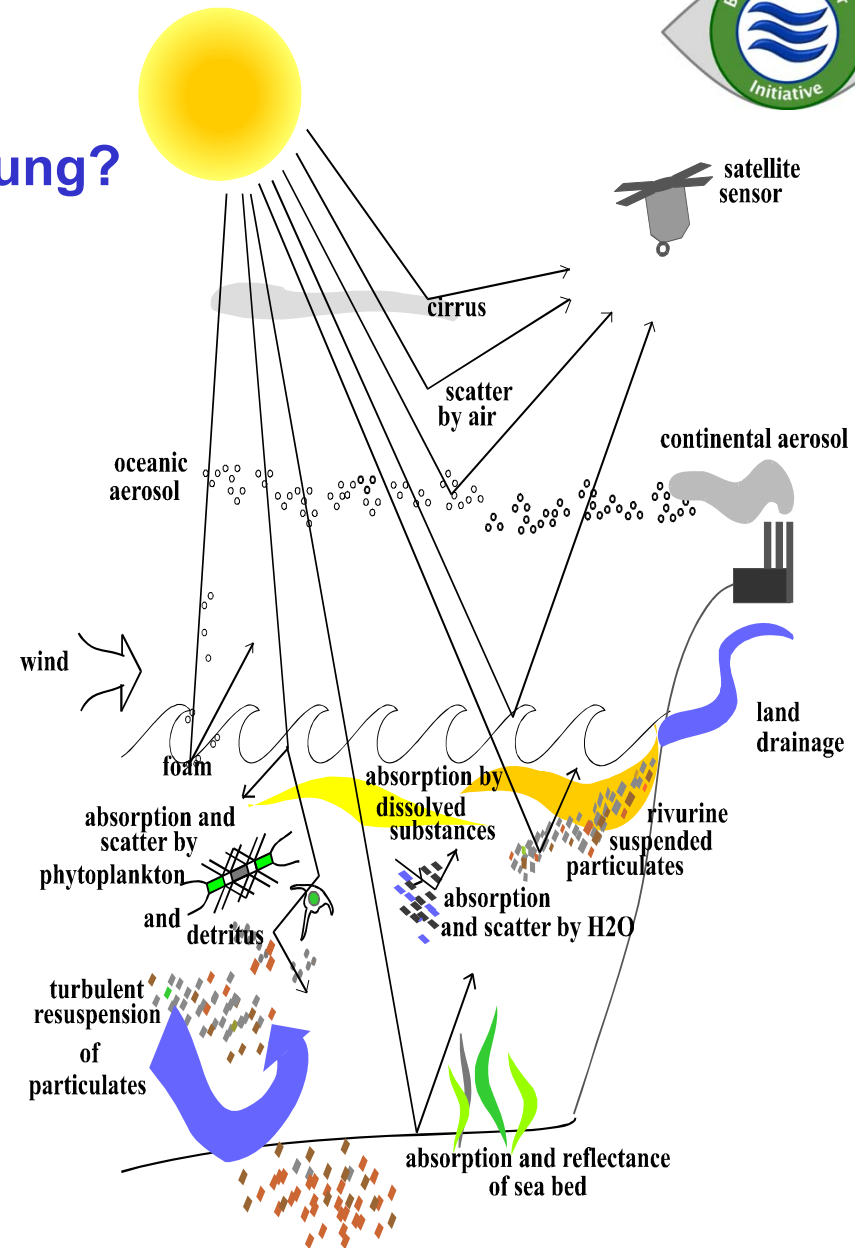


Fernerkundung von Wasserinhaltsstoffen bedeutet optische Fernerkundung wegen der Transparenz des Wassers bezüglich elektromagnetischer Strahlung



Was „sehen“ wir mit der Fernerkundung?

- Thermische Strahlung der Wasseroberfläche
- Strukturen (Rauigkeit, Wellen) an der Wasseroberfläche
- Lichtreflexionen an der Wasseroberfläche
- **Wasserfarbe auf Grund von Streuung und Absorption des Lichtes im Wasser und durch Wasserinhaltsstoffe**
- Lichtstreuung an Teilchen in der Atmosphäre (Luftverschmutzung)



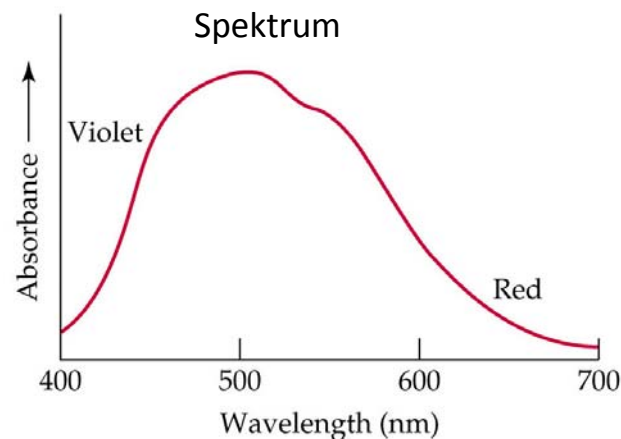
Die grundsätzliche Vorgehensweise:

Passive Fernerkundung, d.h. Auswertung des reflektierten Signals einer externen Quelle (=Sonne)

Betrachtung des physikalischen Gesamtsystems:

- Quelle Sonne, Verursacher Aerosole , Wasserinhaltsstoffe, (Moleküle)
- Sensor als vermittelndes Element zwischen Quelle und Signal
- Systemische Betrachtung als ein Abbildungsproblem
- Ursächliche Parameter (...+ Inhaltsstoffe) induzieren eine Wirkung (Reflektanzspektrum)

Umgangssprachlich: Berechnung der Algenkonzentration aus Spektren



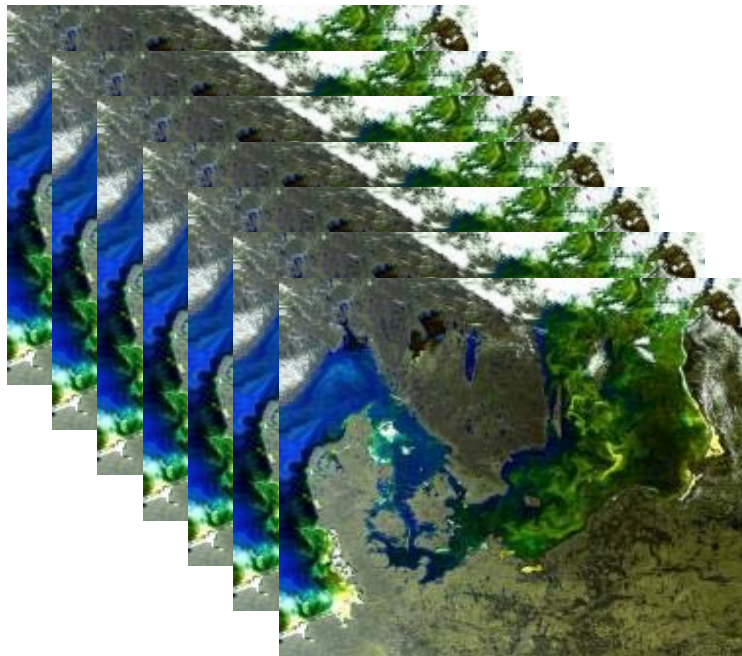
Algae bloom



Physikalische Sprache:

Interpretation eines multispektralen Datensatzes (RS - Satellitendaten) in geo-physikalischen Termini

Multispektraler Datensatz

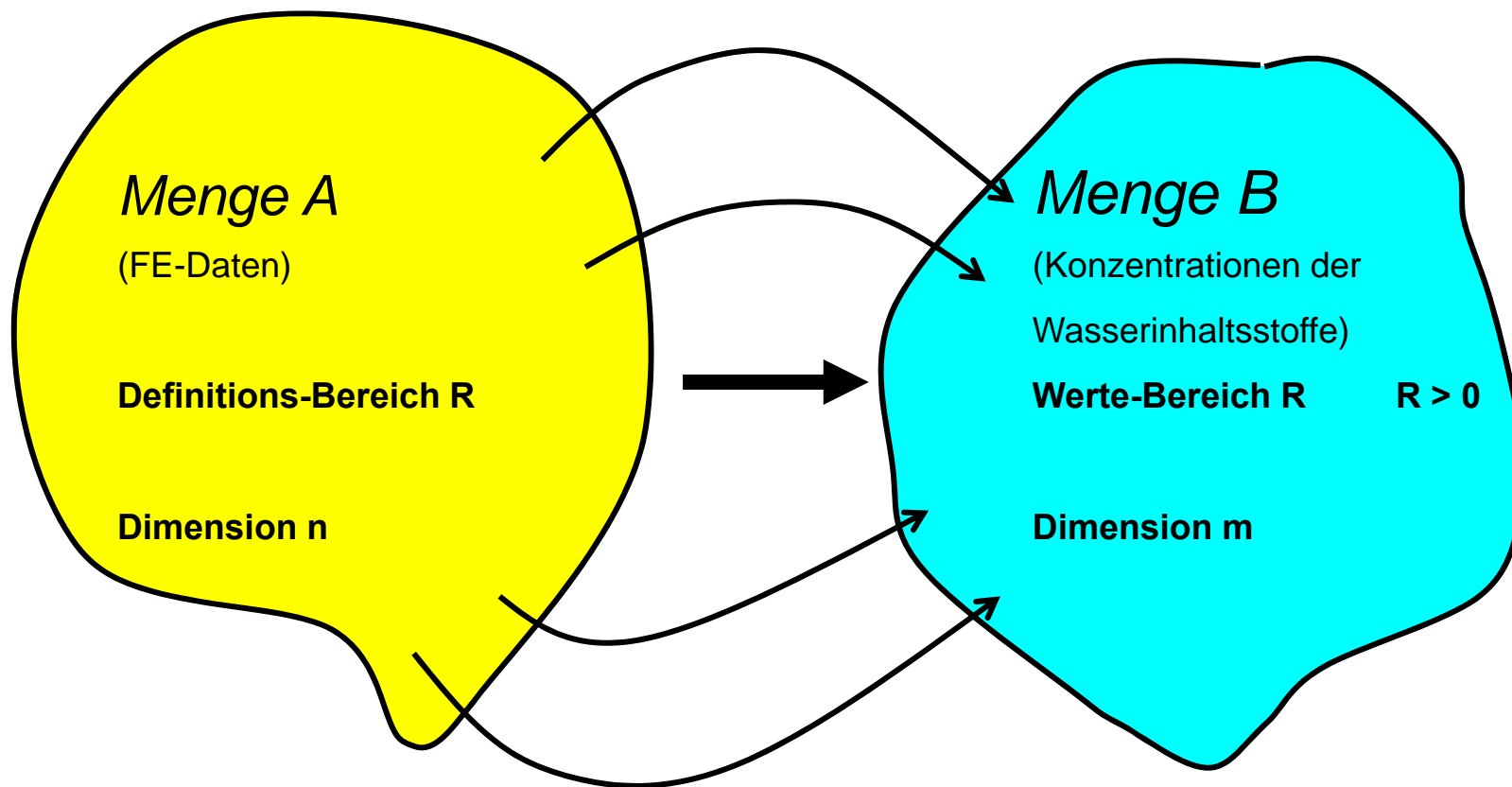


Konzentrationswerte



Mathematische Sprache:

Finden und Realisierung einer injektiven Abbildung
zwischen zwei multivariaten (multidimensionalen) Datensätze





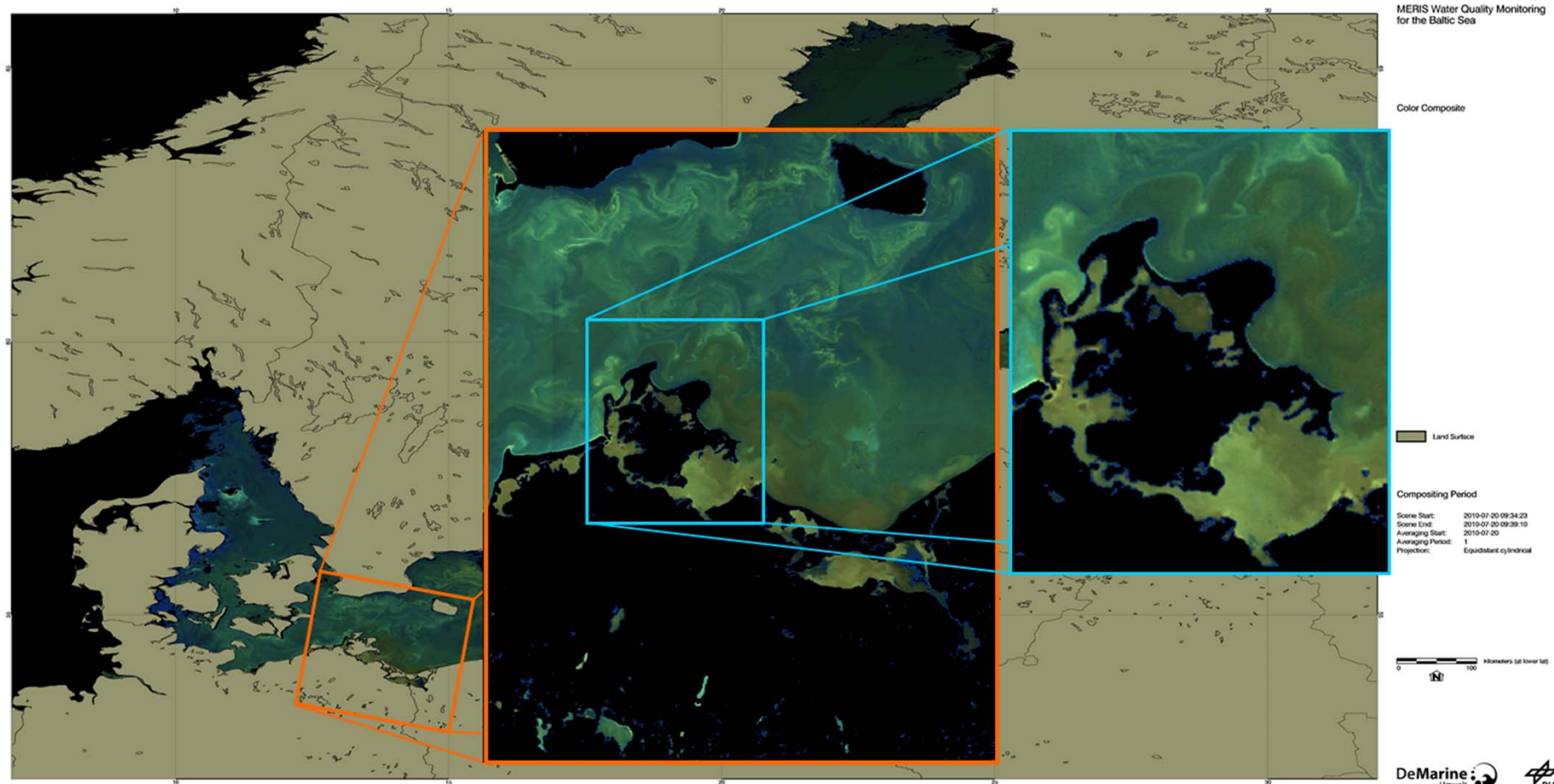
Anforderungen an eine fernerkundliche Betrachtung von Binnengewässern

	Global / Ozean und Küste	Lokal / Binnengewässer und Flussläufe
Räumliche Auflösung	300m (FR)	~ 3m
Zeitlich Wiederholrate	1-3 Tage	Tbd (7-10 Tage? abhängig von Nutzerforderung)
Spektralauflösung	~ 10 Bänder	~ 100 Bänder
Anzahl der WIS	3-4 (C, S ,Y, cyano)	dito + Zusätzliche Algenspezies (soweit optisch unterscheidbar?)

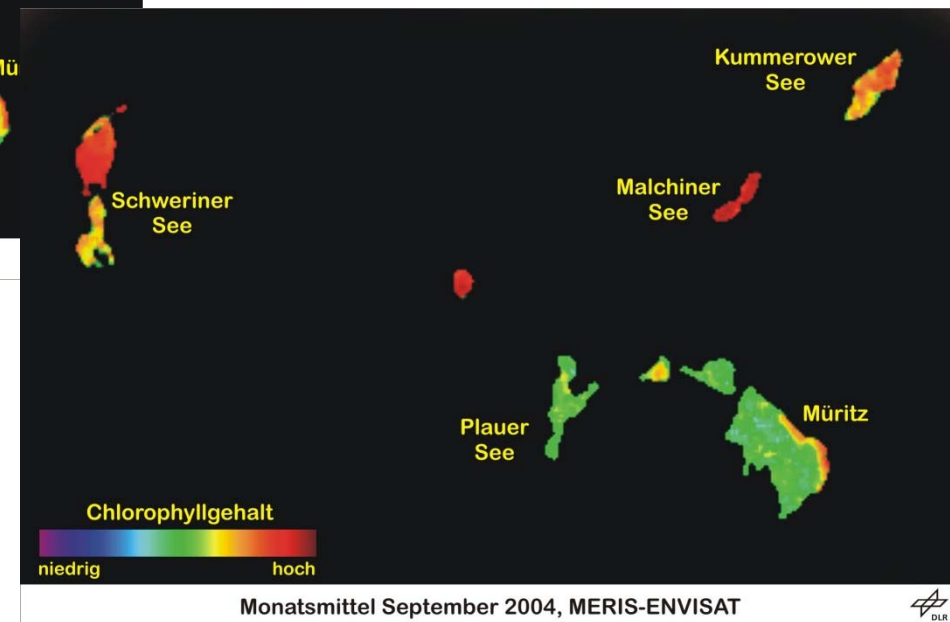
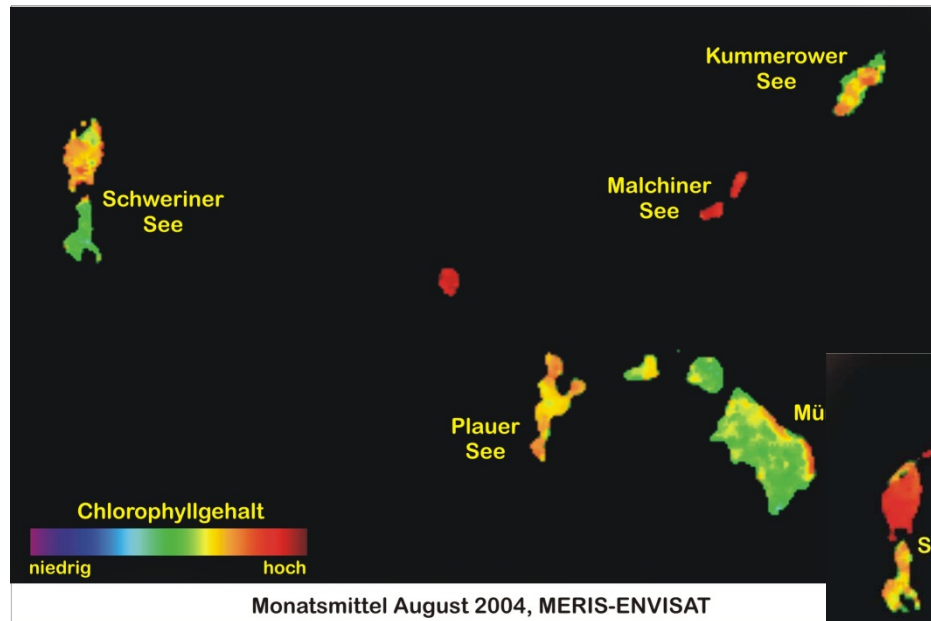
Aktueller Stand für Binnengewässer

	Satellit	Flugzeug	UAV
Stand	Wenig Kanäle gute räuml. Auflösung	Alles vorhanden	hohe räumliche Auflösung
Vorteil	Nach Start immer verfügbar	Flexibel einsetzbar	Immer Verfügbar
Nachteil	Eingeschränkte Wiederholrate	Sehr teuer	Rechtslage unklar
Perspektive	Ja (EnMAP)	kaum	Am Beginn der Entwicklung

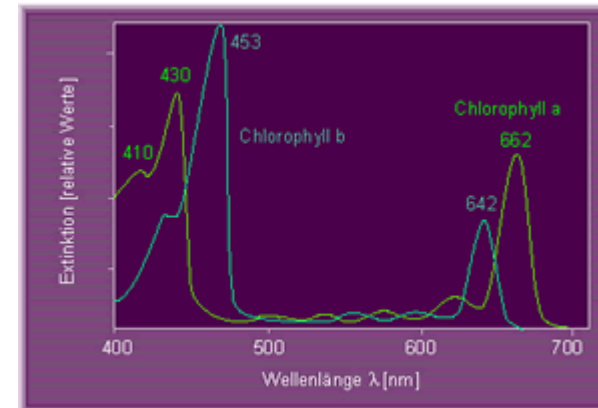
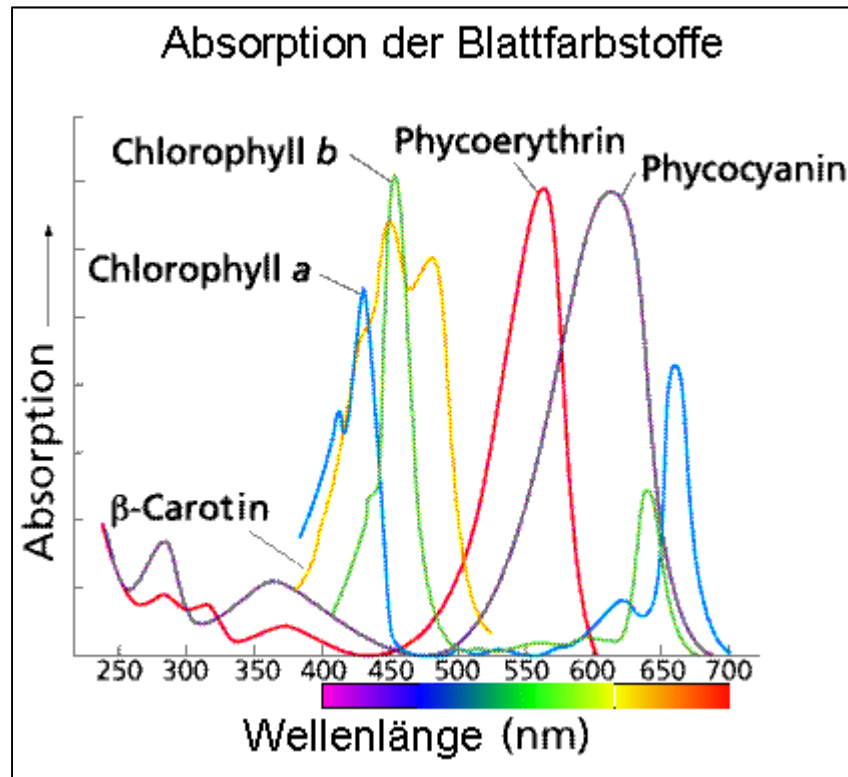




Chlorophyll in Binnengewässern

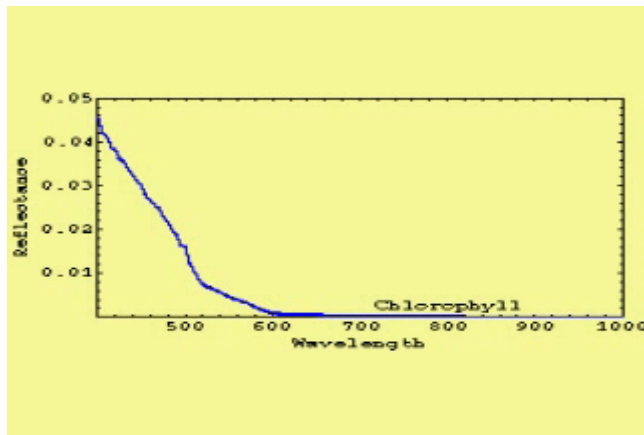


Vielfalt der Wasserinhaltsstoffe im optischen Spektrum

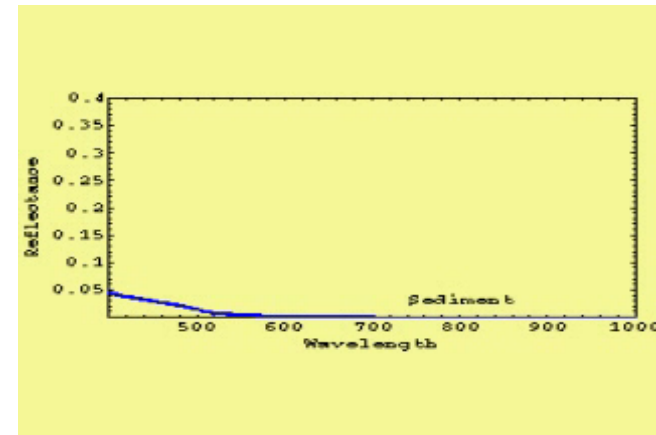


Einfluss der Wasserinhaltsstoffe auf optische Spektren

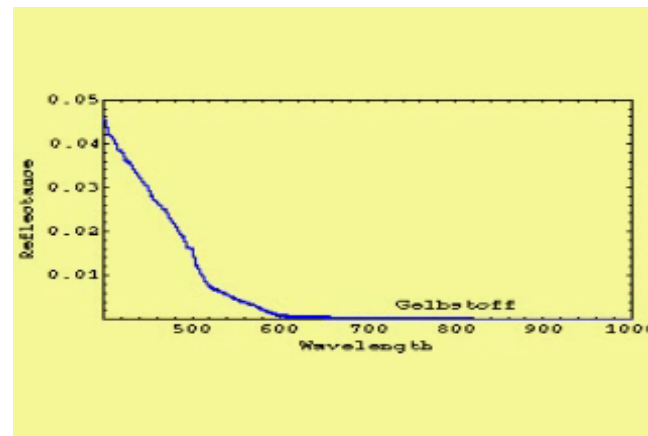
Chlorophyll



Schwebstoff

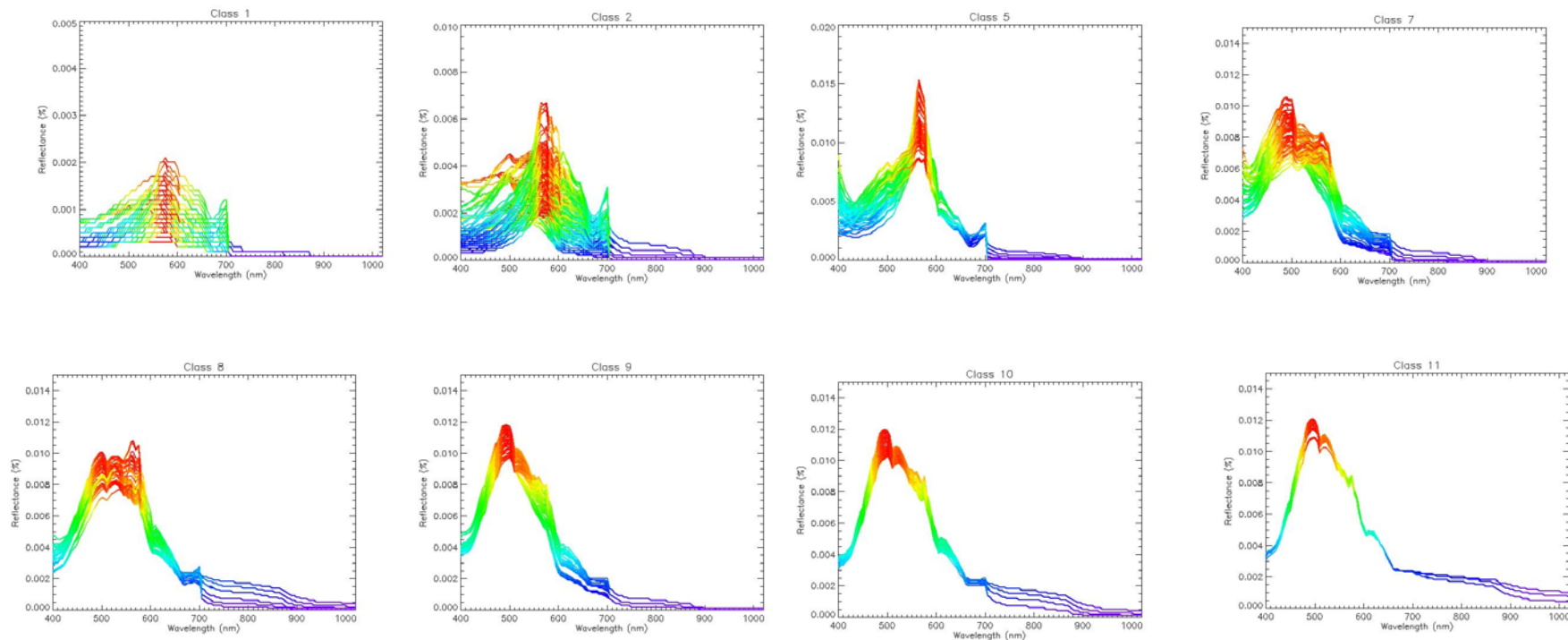


Gelbstoff

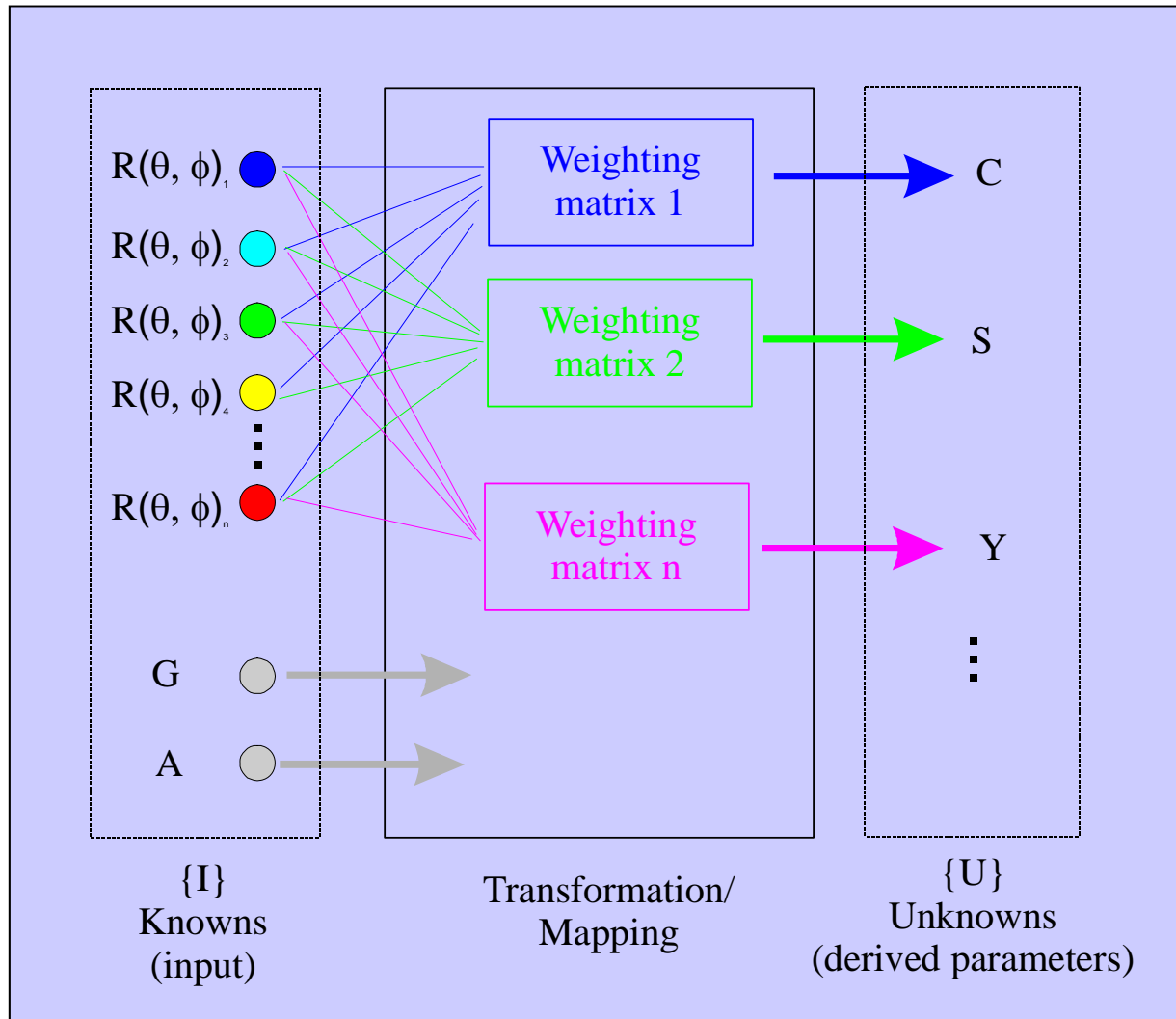


Frage der Unterscheidbarkeit von Wasserspektren resultiert dann zu Problemen der Modellierung und Interpretation

Beispiel einer unüberwachten Klassifikation von ~1000 Simulationsspektren (CSY) in 11 Klassen



Auswerteverfahren – Die Hauptfragen



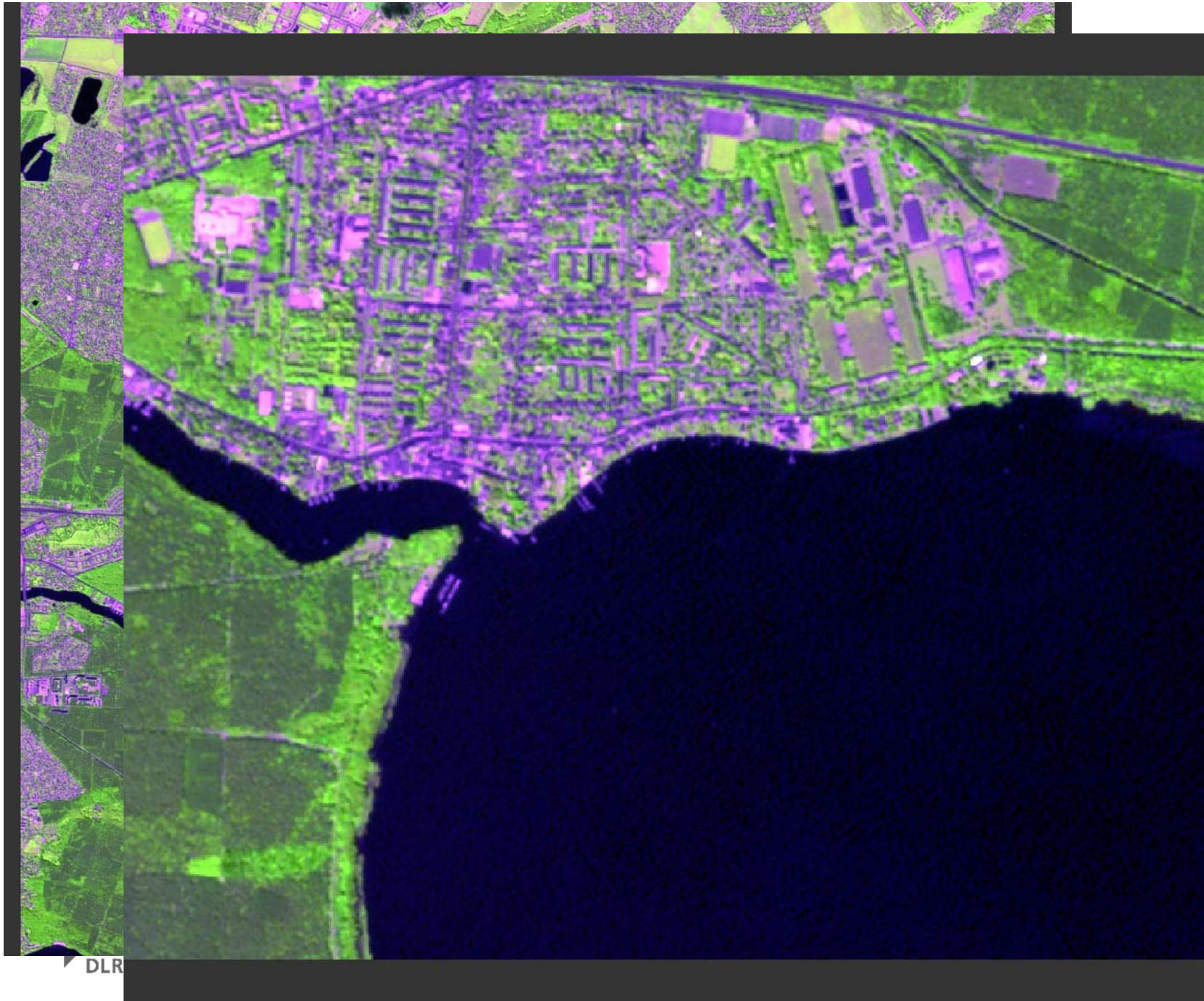
! Die inverse Aufgabe ist analytisch nicht lösbar

? Wie viele und welche Parameter lassen sich ableiten

? Welche und wie viele Spektralkanäle werden für welchen Parameter benötigt

? Was ist der „optimale“ Algorithmus





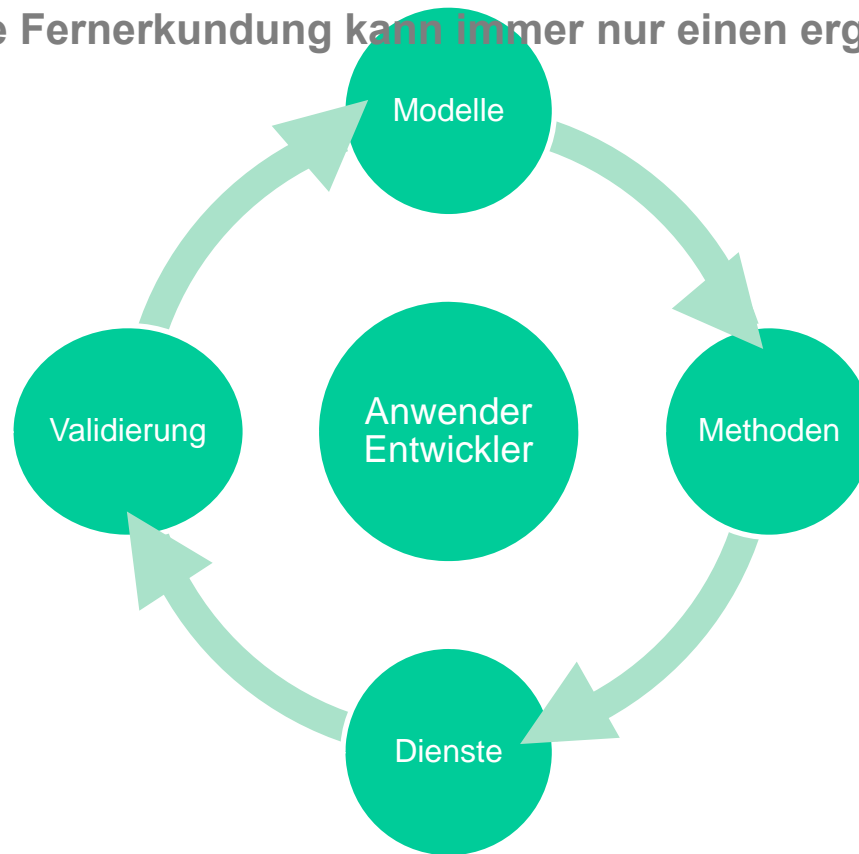
Herausforderungen - Lösungsansätze

- ❖ **Komplexität macht multidisziplinäre Herangehensweise notwendig**
- ❖ **Synthese von vor Ort- (Boden) und Fernerkundungsbetrachtungen**
- ❖ **Beprobung – Analyse – Monitoring**



Zusammenfassung

- ❖ Welches sind die (berichtspflichtigen) Aufgaben der Umwelteinrichtungen?
- ❖ Welche Parameter und Indikatoren sollen / können beobachtet werden?
- ❖ In welchem zeitlichen Rahmen?
- ❖ mit welcher Genauigkeit?
- ❖ die Fernerkundung **kann immer** nur einen ergänzenden Beitrag leisten



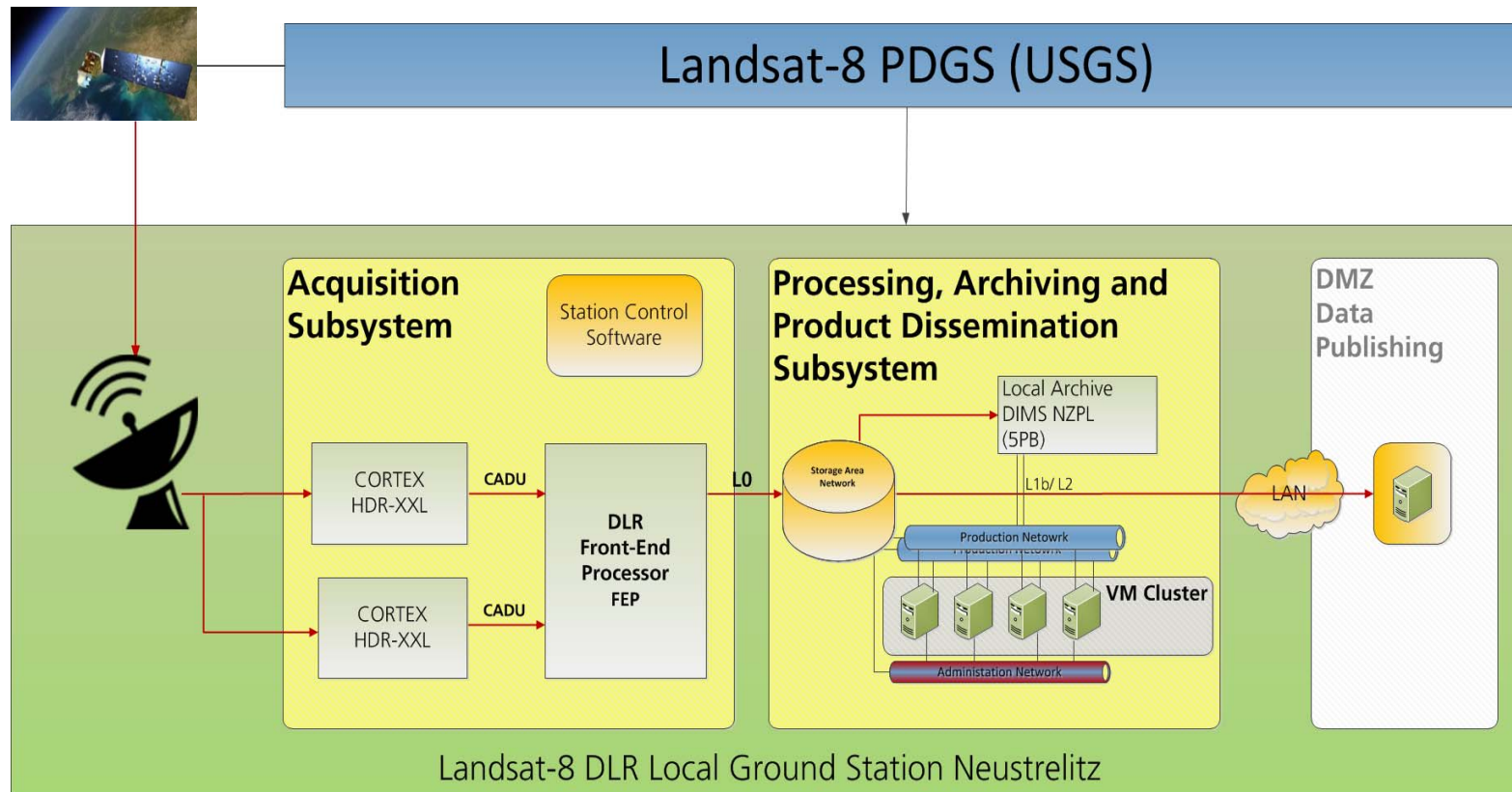
Satellitengestützte Echtzeitdienste – Forschung und Technologieentwicklung

E. Schwarz, Team Maritime Security Lab

Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

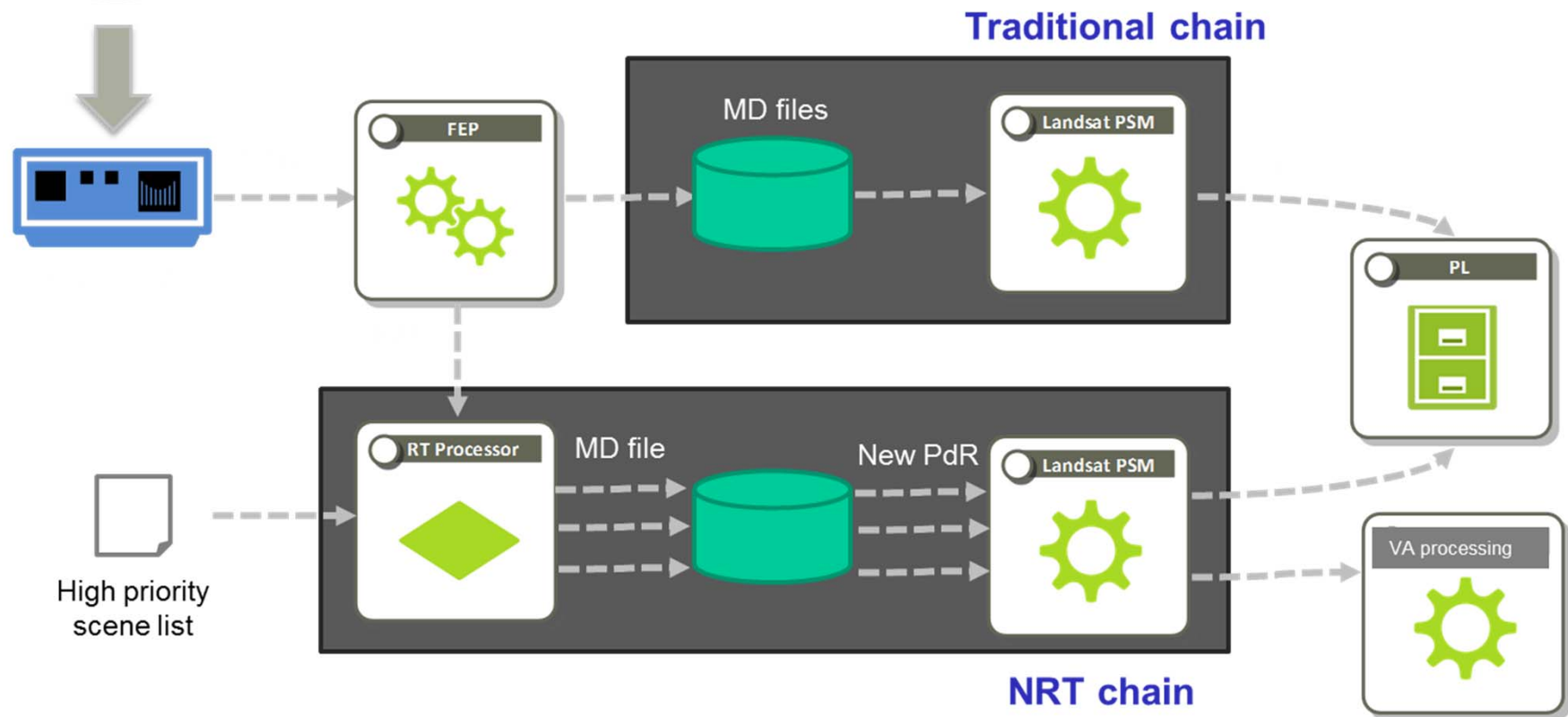


Landsat-8 Datenempfang und Prozessierung





Geplante Erweiterung Nahe Echtzeit und Priorisierte Prozessierung



Beispiel VA Prozessierung

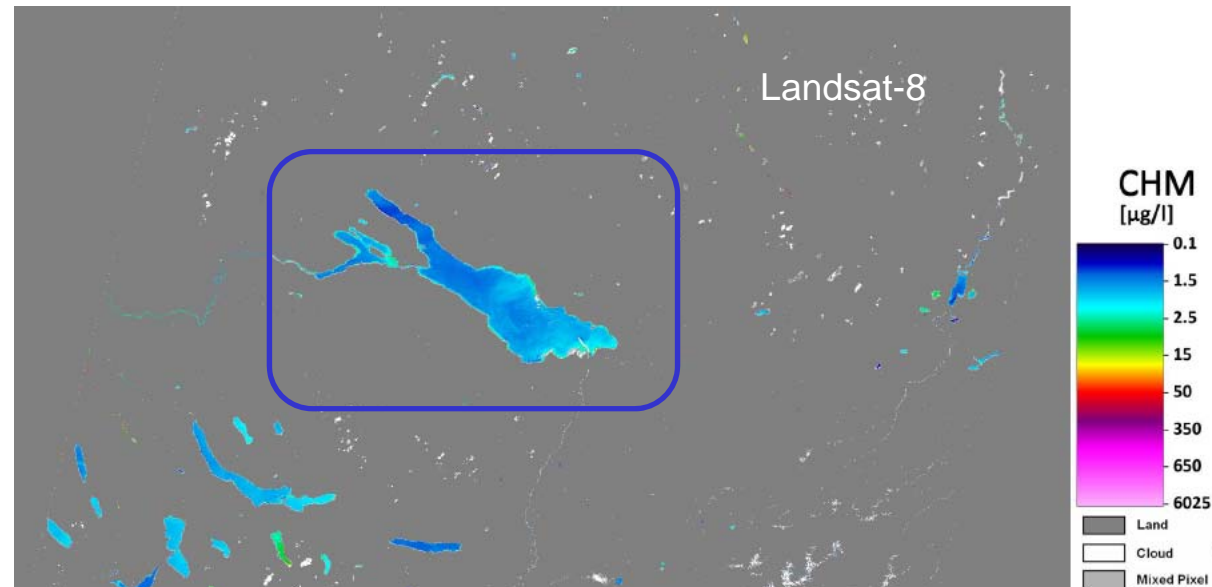
Wasserqualitätsbestimmung mit Landsat 8

z.B. **Chlorophyll**

Landsat 8
03.07.2014

Datenempfang und
Prozessierung:
DLR Neustrelitz

Prozessor:
Fa. EOMAP
www.eomap.com



-Operational Land Imager (OLI) verfügt über folgende Aufnahmemöglichkeiten:

- Band 1 - Visible (0.43 - 0.45 µm) 30 m
- Band 2 - Visible (0.450 - 0.51 µm) 30 m
- Band 3 - Visible (0.53 - 0.59 µm) 30 m
- Band 4 - Red (0.64 - 0.67 µm) 30 m
- Band 5 - Near-Infrared (0.85 - 0.88 µm) 30 m
- Band 6 - SWIR 1 (1.57 - 1.65 µm) 30 m
- Band 7 - SWIR 2 (2.11 - 2.29 µm) 30 m

-Der Thermal Infrared Sensor nimmt Bilder im folgenden
Spektralbereich auf:

- Band 10 - TIRS 1 (10.6 - 11.19 µm) 100 m
- Band 11 - TIRS 2 (11.5 - 12.51 µm) 100 m



